

#2  
Priority  
Paper

PATENT 2-18-00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Shigeo OHSAKA et al.**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **December 8, 1999**

For: **ELECTRODE STRUCTURE, PROCESS FOR FABRICATING ELECTRODE  
STRUCTURE AND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE**

jc678 U.S. PRO  
09/456531  
12/08/99

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

December 8, 1999

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

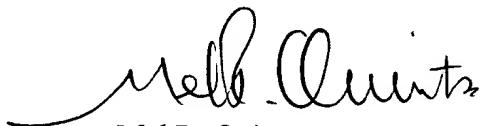
**Japanese Appln. No. 11-073500, filed on March 18, 1999**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON



Mel R. Quintos  
Reg. No. 31,898

Atty. Docket No.: 991387  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
MRQ/yap

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 1999年 3月18日

出願番号  
Application Number: 平成11年特許願第073500号

出願人  
Applicant(s): 富士通カンタムデバイス株式会社

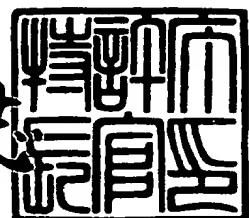
jc678 U.S. PRO  
09/456531  
12/08/99



1999年 6月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

佐山 建志



出証番号 出証特平11-3045864

**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 9804289  
**【提出日】** 平成11年 3月18日  
**【あて先】** 特許庁長官殿  
**【国際特許分類】** H01S 3/025  
**【発明の名称】** 電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置  
**【請求項の数】** 13  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 富士  
 通カンタムデバイス株式会社内  
**【氏名】** 大坂 重雄  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 富士  
 通カンタムデバイス株式会社内  
**【氏名】** 堂本 新一  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 富士  
 通カンタムデバイス株式会社内  
**【氏名】** 岡田 亘正  
**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 000154325  
**【氏名又は名称】** 富士通カンタムデバイス株式会社  
**【代理人】**  
**【識別番号】** 100087479  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 北野 好人  
**【手数料の表示】**  
**【予納台帳番号】** 003300  
**【納付金額】** 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9723273  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、

前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜と、前記第1の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜とを有する

ことを特徴とする電極構造。

【請求項2】 下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、

前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有する

ことを特徴とする電極構造。

【請求項3】 下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、

前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜と、前記第1の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜とを有する

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】 請求項3記載の半導体発光装置において、

前記第1の膜は、前記柱の上面にも形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項5】 下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、

前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有する

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項6】 請求項5記載の半導体発光装置において、

前記第2の膜は、前記第1の膜の上面にも形成されている  
ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項7】 請求項3乃至6のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記導電膜は、絶縁材料より成る第3の膜を介して前記絶縁膜上に形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項8】 請求項3乃至7のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記導電膜は、ポンディングパッドである  
ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項9】 請求項3乃至8のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、

前記絶縁膜は、前記下地基板に形成された、前記ポリイミドより硬度の高い材料より成る層の上に形成されている  
ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項10】 導波路と、前記導波路の下方に形成された下部電極と、前記導波路の上方に形成された上部電極とを有する半導体発光装置であって、

前記上部電極は、請求項1又は2記載の電極構造を有する  
ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項11】 請求項10記載の半導体発光装置において、

前記導波路の側部に形成された高抵抗層を更に有し、

前記高抵抗層上に、請求項1又は2記載の電極構造が形成されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項12】 下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、

前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程と、前記柱の側面に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜を形成する工程と、前記第1の膜の間を埋め込むようにポリイミドより成る第2の膜を形成する工程とを有する

ことを特徴とする電極構造の製造方法。

【請求項13】 下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、

前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成り、前記下地基板に達する複数の開口部を有する第1の膜を形成する工程と、前記開口部の内壁に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜を形成する工程と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程とを有する

ことを特徴とする電極構造の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置に係り、特に下地との間の寄生容量を低減することができる電極構造及びその製造方法並びに半導体発光装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

今日、高速・大容量の情報伝送が可能な半導体レーザ装置を用いた光通信が注目されている。半導体レーザ装置は、素子の上面と下面とにそれぞれ電極が形成された構造が一般的である。上面の電極にはボンディングパッドが接続されており、このボンディングパッドにはボンディングワイヤが接合される。ボンディングパッドに接合されたボンディングワイヤを介し、半導体レーザ装置の変調器領

域に変調信号が供給される。

【0003】

近年では、情報処理量の大容量化に対応すべく、通信速度の更なる高速化が求められている。そして、通信速度を更に高速化するためには、変調信号として更に周波数の高い信号を用いることが必要とされる。

【0004】

しかし、変調信号を更に高周波化するためには、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減しなければならない。波形の立上りや立ち下がりの遅れは、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量に応じて生ずるため、変調信号を高周波化した場合には、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量による応答の遅れを無視し得なくなるからである。

【0005】

そこで、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減すべく、ボンディングパッドの面積を小さくすることが提案されている。ボンディングパッドの面積を小さくすれば、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ボンディングパッドの面積を小さくすることには一定の限界がある。即ち、ボンディングワイヤをボンディングパッドに接合するためには一定面積が必要であり、ボンディングのための面積を考慮すると、一定面積以下にボンディングパッドを小さくすることはできないからである。このため、ボンディングパッドの面積を小さくする方法によっては、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量は  $1 \text{ pF}$  程度までしか低減できず、この場合には、変調周波数は  $2 \text{ . } 5 \text{ GHz}$  程度までしか高められなかった。近時では、変調速度を  $10 \text{ GHz}$  程度まで高くすることが求められているが、変調速度を  $10 \text{ GHz}$  程度まで高くすることはボンディングパッドの面積を小さくすることによっては困難であった。

【0007】

本発明の目的は、下地との間の寄生抵抗を低減しうる電極構造及びその製造方法並びに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供することにある。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を低減するためには、ボンディングパッドの下に厚い絶縁膜を形成することが考えられる。

## 【0009】

しかし、シリコン酸化膜等をボンディングパッドの下に厚く形成した場合には、ボンディングの際に加わる力でシリコン酸化膜等が破損してしまい、ボンディングパッドが剥がれてしまう。

## 【0010】

そこで、強い力が加わっても破損しにくく、しかも厚く形成することができるポリイミド層を、ボンディングパッドの下に形成することが考えられる。ポリイミド層は柔軟性の高い材料であるので、ボンディングの際の衝撃により破損してしまうことはないと考えられる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成した半導体レーザ装置を図14を用いて説明する。

## 【0011】

図14に示すように、基板110上には、シリコン窒化膜134が形成されており、シリコン窒化膜134上には、厚いポリイミド層136が形成されている。ポリイミド層136の上面及び側面には、シリコン窒化膜138が形成されている。

## 【0012】

図14に示す半導体レーザ装置で、ポリイミド層136の下面、側面及び上面をシリコン窒化膜134、138で覆っているのは、ポリイミド層136が下地に対する密着性が低く、吸湿性が高いからである。図14に示す半導体レーザ装置では、ポリイミド層136の下面、側面、及び上面がシリコン窒化膜134、136により覆われているので、ポリイミド層136の下地に対する密着性を確保することができ、製造プロセスでポリイミド層138に水分を吸収されるのを抑制することができる。そして、シリコン窒化膜138上には、ボンディングパ

ッド124が形成されている。

【0013】

しかし、図14に示すようにボンディングパッド124の下に厚いポリイミド層136を形成した場合には、ボンディングの際に例えば $500\text{ kg/cm}^2$ も の衝撃がポリイミド層136に加わるため、ポリイミド層136が歪んでしまう。そして、これに伴い、シリコン塗化膜138が破損してしまう。破損したシリコン塗化膜138とボンディングパッド124との間では、もはや良好な密着性は得られない。この結果、ボンディングパッド124がシリコン塗化膜138上から剥がれてしまう。このように、単にボンディングパッド124の下に厚いポリイミド層136を形成したのでは、信頼性の高い半導体レーザ装置を得ることは困難である。

【0014】

そこで、本願発明者らは、銳意検討を行った結果、ポリイミド層を厚く形成した場合であってもボンディングの際の衝撃に耐え得る技術に想到した。

【0015】

即ち、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜と、前記第1の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜とを有することを特徴とする電極構造により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【0016】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造であって、前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬

度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有することを特徴とする電極構造により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

#### 【0017】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、前記絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱と、前記柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜と、前記第1の膜が側面に形成された前記複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜とを有することを特徴とする半導体発光装置により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができ。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

#### 【0018】

また、上記の半導体発光装置において、前記第1の膜は、前記柱の上面にも形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングの際に柱に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを抑制することができる。

#### 【0019】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を介して導電膜が形成された電極構造を有する半導体発光装置であって、前記絶縁膜は、前記下地基板に達する複数の開口部が形成された、ポリイミドより成る第1の膜と、前記開口部の内壁に形成され、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜と、前記第2の膜が

形成された前記開口部内に埋め込まれた、ポリイミドより成る複数の柱とを有することを特徴とする半導体発光装置により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜が形成されているので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されているので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0020】

また、上記の半導体発光装置において、前記第2の膜は、前記第1の膜の上面にも形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングの際に第1の膜に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを抑制することができる。

## 【0021】

また、上記の半導体発光装置において、前記導電膜は、絶縁材料より成る第3の膜を介して前記絶縁膜上に形成されていることが望ましい。これにより、導電膜の密着性を向上することができる。

## 【0022】

また、上記の半導体発光装置において、前記導電膜は、ボンディングパッドであることが望ましい。これにより、下地との寄生容量の小さいボンディングパッドを提供することができる。

## 【0023】

また、上記の半導体発光装置において、前記絶縁膜は、前記下地基板に形成された、前記ポリイミドより硬度の高い材料より成る層の上に形成されていることが望ましい。これにより、ボンディングワイヤ等を確実に電極上に接合することができる。

## 【0024】

また、上記目的は、導波路と、前記導波路の下方に形成された下部電極と、前記導波路の上方に形成された上部電極とを有する半導体発光装置であって、前記上部電極は、請求項1又は2記載の電極構造を有することを特徴とする半導体発

光装置により達成される。これにより、半導体発光装置に高周波を用いることが可能となる。

#### 【0025】

また、上記の半導体発光装置において、前記導波路の側部に形成された高抵抗層を更に有し、前記高抵抗層上に、請求項1又は2記載の電極構造が形成されていることが望ましい。これにより、さらに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供することができる。

#### 【0026】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程と、前記柱の側面に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜を形成する工程と、前記第1の膜の間を埋め込むようにポリイミドより成る第2の膜を形成する工程とを有することを特徴とする電極構造の製造方法により達成される。これにより、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されるので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

#### 【0027】

また、上記目的は、下地基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程とを有する電極構造の製造方法であって、前記絶縁膜を形成する工程は、前記下地基板上に、ポリイミドより成り、前記下地基板に達する複数の開口部を有する第1の膜を形成する工程と、前記開口部の内壁に、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜を形成する工程と、前記第2の膜が形成された前記開口部内に、ポリイミドより成る複数の柱を形成する工程とを有することを特徴とする電極構造の製造方法により達成される。これにより、ポリイミドより成る第1の膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い絶縁材料より成る第2の膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、第1の

膜が歪んでしまうのを防止することができ、導電膜が剥がれるのを防止することができる。導電膜の下に厚いポリイミド層が形成されるので、導電膜と下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

## 【0028】

## 【発明の実施の形態】

## [第1実施形態]

本発明の第1実施形態による半導体発光装置を図1乃至図5を用いて説明する。図1は、本実施形態による半導体発光装置を示す斜視図である。図2(a)は、ボンディングパッド近傍の断面図、具体的には、図1に示す本実施形態による半導体発光装置のA-A'断面図であり、図2(b)は、ボンディングパッド近傍の平面図である。なお、図2(b)では、一部の構成要素が省略されている。図3乃至図5は、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図である。

## 【0029】

## (半導体発光装置)

まず、本実施形態による半導体発光装置を図1を用いて説明する。なお、本実施形態では、半導体発光装置に本発明を適用する場合を例に説明するが、本発明は、半導体発光装置のみならず、ボンディング等の際にボンディングパッド等の電極に強い力が加わるあらゆる半導体装置に広く適用することができるものである。

## 【0030】

図1に示すように、InPより成る基板10上には、ガイド層12が形成されており、ガイド層12上には、MQW光吸収層14aとMQW活性層14bとが形成されている。MQW光吸収層14a上及びMQW活性層14b上には、クラッド層16が形成されており、クラッド層16上には、クラッド層17が形成されている。クラッド層17上には、キャップ層18a、18bが形成されている。キャップ層18a、18bは分離領域22には形成されておらず、キャップ層18a、18bは分離領域22において互いに分離されている。基板10下には

、Au/Ge/Au膜より成る電極8が形成されている。

#### 【0031】

キャップ層18a、18b、クラッド層17、16、MQW活性層14b、MQW光吸收層14a、ガイド層12、及び基板10は、メサエッチングされており、メサ状の導波路が構成されている。メサ状の導波路の両側には、InPより成る高抵抗埋め込み層30が形成されている。

#### 【0032】

高抵抗埋め込み層30上には、シリコン酸化膜32が形成されている。シリコン酸化膜32は、分離領域22においてクラッド層17上にも形成されている。

#### 【0033】

キャップ層18a、18b上には、それぞれAu/Pt/Ti膜より成る電極24a、24bが形成されており、電極24a、24bは分離領域22には形成されていない。従って、変調器領域26とDFB (Distributed FeedBack、分布帰還型) レーザ領域28とが分離領域22において電気的に分離されている。

#### 【0034】

変調器領域26では、シリコン酸化膜32上に、後述するようなポリイミド層36、40、及びシリコン窒化膜38が形成されている。ポリイミド層36、40、及びシリコン窒化膜38上には、ボンディングパッド24cが形成されており、ボンディングパッド24cは電極24aに接続されている。ボンディングパッド24cの下に、厚いポリイミド層36等が形成されているので、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができる。本実施形態によれば、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができるので、高い変調周波数を用いることが可能となる。

#### 【0035】

また、DFBレーザ領域28において、シリコン酸化膜32上にはボンディングパッド24dが形成されており、ボンディングパッド24dは電極24bに接続されている。DFBレーザ領域28では高周波信号を用いないため、ボンディングパッド24dと下地との間の寄生容量を考慮する必要はない。

#### 【0036】

次に、変調器領域26のボンディングパッド24cの近傍の構造を図2を用いて説明する。図2(a)は、ボンディングパッド24cの近傍の断面図、具体的には、図1におけるA-A'線断面図である。図2(b)は、ボンディングパッド24cの近傍を示す平面図である。

## 【0037】

図2(a)に示すように、基板10上には、高抵抗埋め込み層30が形成されており、高抵抗埋め込み層30上には、膜厚300nmのシリコン酸化膜32が形成されている。シリコン酸化膜32上には、膜厚200nmのシリコン窒化膜34が形成されている。

## 【0038】

シリコン窒化膜34上には、円柱状にパターニングされたポリイミド層36が形成されている。円柱状のポリイミド層36の高さは、例えば2μmとすることができます。本実施形態でポリイミド層36を用いているのは、ポリイミド層36は柔軟性の高い材料であるため、厚く形成した場合であってもボンディング等の衝撃により破損してしまうことがないからである。シリコン酸化膜等の柔軟性の低い膜をボンディングパッド24cの下に厚く形成した場合には、かかるシリコン酸化膜等は柔軟性が低いためボンディングの際の衝撃により破損してしまう。

## 【0039】

円柱状のポリイミド層36が複数形成されたシリコン窒化膜34上の全面には、膜厚300nmのシリコン窒化膜38が形成されている。シリコン窒化膜38は、円柱状のポリイミド層36の側面にも形成されている。シリコン窒化膜38はポリイミド層より硬度の高い膜である。硬度の高いシリコン窒化膜38が円柱状のポリイミド層36の側面に形成されているので、ボンディングによりボンディングパッド24cに強い力が加わってもポリイミド層36が歪んでしまうのを抑制することができる。シリコン窒化膜38は、硬度の高い膜であるが、膜厚300nmと薄く形成されているので、ボンディングの衝撃によって破損してしまうことはない。

## 【0040】

シリコン窒化膜38上には、更に全面に、ポリイミド層40が形成されている

。円柱状のポリイミド層36の上方におけるポリイミド層40の膜厚は、例えば100nm程度と薄くなっている。ポリイミド層40上には、全面に、シリコン窒化膜42が形成されており、シリコン窒化膜42上には、ボンディングパッド24cが形成されている。

#### 【0041】

このように、本実施形態によれば、円柱状に形成されたポリイミド層36の側面に硬度の高いシリコン窒化膜38を形成するので、ボンディングの際にボンディングパッド24cに強い力が加わっても、ポリイミド層36が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッド24cが剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッド24cの下に厚いポリイミド層36、40が形成されているので、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波の変調信号を用いることが可能となる。従って、本実施形態によれば、高い変調周波数の半導体発光装置を提供することができる。

#### 【0042】

##### (半導体発光装置の製造方法)

次に、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を図3乃至図5を用いて説明する。

#### 【0043】

まず、InPより成る基板10上に、ガイド層12、MQW光吸収層14a、MQW活性層14b、クラッド層16、クラッド層17、キャップ層18a、18bを順次形成する。

#### 【0044】

次に、キャップ層18a、18b、クラッド層17、16、MQW活性層14b、MQW光吸収層14a、ガイド層12、及び基板10をメサエッティングする。次に、メサの両側に、InPより成る高抵抗埋め込み層30を形成する。

#### 【0045】

次に、キャップ層18a、18bをパターニングすることにより、分離領域22においてキャップ層18a、18bを分離する。

## 【0046】

次に、全面に、CVD (Chemical Vapor Deposition、化学気相堆積) 法により、膜厚300 nmのシリコン酸化膜32を形成する。次に、シリコン酸化膜32上に、CVD法により、膜厚200 nmのシリコン窒化膜34を形成する。

## 【0047】

次に、シリコン窒化膜34上の全面に、スピンドルコート法により、ポリイミド層36を形成する。次に、約400℃の熱処理を行い、ポリイミド層36を硬化する。こうして、膜厚約2 μmのポリイミド層36が形成される（図3（a）参照）。

## 【0048】

次に、フォトリソグラフィ技術を用い、ポリイミド層36を円柱状にパターニングする。円柱の直径は例えば5 μm、円柱の間隔は例えば10 μmとすることができます。ポリイミド層36をパターニングする際には、例えばプラズマ放電を用いたドライエッチングを用いることができる。エッチングガスには、CF<sub>4</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの混合ガスを用いることができる。こうして、ボンディングパッド24cの近傍の例えば100 μm × 100 μmの範囲内に、円柱状のポリイミド層36が例えば100本形成される（図3（b）参照）。

## 【0049】

次に、全面に、CVD法により、膜厚300 nmのシリコン窒化膜38を形成する（図4（a）参照）。

## 【0050】

次に、全面に、スピンドルコート法により、ポリイミド層40を形成する。本実施形態では、ポリイミド層36が円柱状に形成されているので、ポリイミド層40を形成する際にポリイミド層40の表面にムラが生じにくくなり、表面が平坦なポリイミド層40が形成される。次に、約400℃の熱処理を行い、ポリイミド層40を硬化する。なお、円柱状のポリイミド層36上においては、ポリイミド層40の膜厚は例えば100 nm程度となる（図4（b）参照）。

## 【0051】

次に、全面に、CVD法により、膜厚200 nmのシリコン窒化膜42を形成

する。

## 【0052】

次に、キャップ層18a、18b（図1参照）に達する開口部を形成する。この開口部は、電極24a、24bをキャップ層18a、18bに接続するためのものである。

## 【0053】

次に、図5に示すように、シリコン窒化膜42上に、蒸着法により、膜厚100nmのTi膜、膜厚70nmのPt膜、膜厚500nmのAu膜を順次成膜し、Au/Pt/Ti膜より成る電極24a、24b及びボンディングパッド24c、24dを形成する。こうして、本実施形態による半導体発光装置が製造される（図5参照）。

## 【0054】

## （変形例（その1））

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例（その1）を図6を用いて説明する。図6（a）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図であり、図6（b）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。図6（b）において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0055】

図6（a）及び図6（b）に示すように、本変形例による半導体発光装置では、ポリイミド層36aが四角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

## 【0056】

本変形例によれば、ポリイミド層36aをパターニングする際に四角形のパターンを形成すればよい。図2に示す本実施形態による半導体発光装置では、ポリイミド層36の形状が円柱状なので、丸いパターンを形成してポリイミド層36をエッチングする必要があるが、本変形例では四角形のパターンを形成すればよい。パターン描画装置の性能上、丸いパターンを微細に形成するのは困難であるが、四角形のパターンは微細に形成するのが容易である。

## 【0057】

従って、本変形例によれば、微細な半導体発光装置に適用することが可能となる。

## 【0058】

## (変形例(その2))

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例(その2)を図7を用いて説明する。図7(a)は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図であり、図7(b)は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。なお、図7(b)において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0059】

図7(a)に示すように、本変形例による半導体発光装置は、ポリイミド層36bが六角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

## 【0060】

本変形例ではポリイミド層36bが六角柱状に形成されているので、シリコン窒化膜38の基板10に沿った断面が六角形を構成する。従って、本具体例によれば、ボンディングにより加えられる力に対するシリコン窒化膜38の耐力を強くすることができる。

## 【0061】

## [第2実施形態]

本発明の第2実施形態による半導体発光装置及びその製造方法を図8乃至図11を用いて説明する。図8は、本実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。図9乃至図11は、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図である。図1乃至図7に示す第1実施形態による半導体発光装置及びその製造方法と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略または簡潔にする。

## 【0062】

本実施形態による半導体発光装置は、ポリイミド層36cに形成された開口部44の内壁にシリコン窒化膜38が形成されていることに主な特徴がある。

## 【0063】

図8 (a) に示すように、ポリイミド層36cには、シリコン塗化膜34に達する開口部44が複数形成されている。開口部44の基板10に沿った断面形状は円形となっている。

#### 【0064】

このように開口部44が形成されたポリイミド層36c上には、全面に、シリコン塗化膜38が形成されている。シリコン塗化膜38は、開口部44の内壁にも形成されている。シリコン塗化膜38が、開口部44の内壁に形成されているので、ボンディングパッド24cに強い力が加わった場合であっても、ポリイミド層36cが歪んでしまうのを抑制することができる。

#### 【0065】

シリコン塗化膜38上には、全面に、ポリイミド層40が形成されている。ポリイミド層40は、シリコン塗化膜38が形成された開口部44内に埋め込まれている。ポリイミド層40上には、シリコン塗化膜42、ボンディングパッド24cが順次形成されている。

#### 【0066】

このように本実施形態によれば、開口部44が複数形成されたポリイミド層36cの内壁に、硬度の高いシリコン塗化膜38が形成されているので、ボンディングの際にボンディングパッド24cに強い力が加わってもポリイミド層36cが歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッド24cが剥がれてしまうのを防止することができる。ボンディングパッド24cの下に厚いポリイミド層36c、40が形成されているので、ボンディングパッド24cと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、変調信号として高周波の信号を用いることができる。従って、本実施形態によれば、変調周波数の高い半導体発光装置を提供することができる。

#### 【0067】

##### (半導体発光装置の製造方法)

次に、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を図9乃至図11を用いて説明する。

#### 【0068】

まず、シリコン窒化膜34を形成する工程までは、図3(a)に示す第1実施形態による半導体発光装置の製造方法と同様であるので、説明を省略する。

## 【0069】

次に、シリコン窒化膜34上の全面に、スピンドルコート法により、ポリイミド層36cを形成する。次に、約400℃の熱処理を行い、ポリイミド層36cを硬化する。こうして、膜厚約2μmのポリイミド層36cが形成される(図9(a)参照)。

## 【0070】

次に、フォトリソグラフィ技術を用い、ポリイミド層36cにシリコン窒化膜34に達する開口部44を形成する。開口部44の直径は例えば5μm、開口部44の間隔は例えば15μmとすることができる。ポリイミド層36cに開口部44を形成する際には、例えばプラズマ放電を用いたドライエッティングを用いることができる。エッティングガスとしては、CF<sub>4</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの混合ガスを用いることができる。こうして、ボンディングパッド24cの近傍の100μm×100μmの範囲内に、例えば49個の開口部44が形成される(図9(b)参照)。なお、後工程で開口部44内にポリイミドが確実に入り込むよう、ポリイミドの表面張力を考慮して、大きい開口部44を形成することが望ましい。

## 【0071】

次に、全面に、CVD法により、膜厚300nmのシリコン窒化膜38を形成する(図10(a)参照)。

## 【0072】

次に、全面に、スピンドルコート法により、ポリイミド層40を形成する。これにより、シリコン窒化膜38が形成された開口部44内に、ポリイミド層40が埋め込まれる。ポリイミド層36c上におけるポリイミド層40の厚さは、例えば300nm以下とする。次に、約400℃の熱処理を行い、ポリイミド層40を硬化する(図10(b)参照)。

## 【0073】

次に、全面に、CVD法により、膜厚200nmのシリコン窒化膜42を形成する。

## 【0074】

次に、キャップ層18a、18b（図1参照）に達する開口部を形成する。この開口部は、電極24a、24bをキャップ層18a、18bに接続するためのものである。

## 【0075】

次に、シリコン窒化膜42上に、蒸着法により、第1実施形態と同様にして、Au/Pt/Ti膜より成る電極24a、24b及びボンディングパッド24c、24dを形成する。こうして、本実施形態による半導体発光装置が製造される。

## 【0076】

## （変形例（その1））

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例（その1）を図12を用いて説明する。図12（a）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍の断面図であり、図12（b）は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍の平面図である。図12（b）において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0077】

本変形例による半導体発光装置は、開口部44aの形状が四角形であることに主な特徴がある。

## 【0078】

本変形例によれば、ポリイミド層36dをパターニングする際に四角形のパターンを形成すればよい。図8に示す本実施形態による半導体発光装置では、開口部44の形状が円柱状なので、丸いパターンを形成してポリイミド層36cをエッチングする必要があるが、本変形例では四角形のパターンを形成すればよい。パターン描画装置の性能上、丸いパターンを微細に形成するのは困難であるが、四角形のパターンは微細に形成するのが容易である。

## 【0079】

従って、本変形例によれば、微細な半導体発光装置に適用することが可能となる。

## 【0080】

## (変形例(その2))

次に、本実施形態による半導体発光装置の変形例(その2)を図13を用いて説明する。図13は本変形例による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。なお、図13において、一部の構成要素は省略されている。

## 【0081】

図13に示すように、本変形例による半導体発光装置は、開口部44bが六角柱状に形成されていることに主な特徴がある。

## 【0082】

本変形例では開口部44bが六角柱状に形成されているので、シリコン窒化膜38の基板10に沿った断面が六角形を構成する。従って、本具体例によれば、ボンディングにより加えられる力に対するシリコン窒化膜38の耐力を強くすることができる。

## 【0083】

## 〔変形実施形態〕

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

## 【0084】

例えば、第1及び第2実施形態では、シリコン窒化膜38を全面に形成したが、シリコン窒化膜38は、少なくともポリイミド層36乃至36eの側面に形成されていればよい。シリコン窒化膜38が少なくともポリイミド層36乃至36eの側面に形成されていれば、ボンディングの際にポリイミド層36乃至36eが歪むのを抑制することができるからである。

## 【0085】

また、第1実施形態では、シリコン窒化膜をポリイミド層36乃至36bの側面に形成したが、ポリイミド層36乃至36bの側面に形成する膜はシリコン窒化膜に限定されるものではない。ボンディングの際にポリイミド層36乃至36bが歪んでしまうのを抑制できる膜であれば、例えばシリコン酸化膜、アルミナ膜、又はポリシリコン膜等の硬度の高いあらゆる膜を用いることができる。

## 【0086】

また、第2実施形態では、シリコン窒化膜を開口部44乃至44b内の内壁に形成したが、開口部44乃至44bの内壁に形成する膜はシリコン窒化膜に限定されるものではない。ボンディングの際にポリイミド層36c乃至36eが歪んでしまうのを抑制できる膜であれば、例えばシリコン酸化膜、アルミナ膜、又はポリシリコン膜等の硬度の高いあらゆる膜を用いることができる。

#### 【0087】

また、第1及び第2実施形態では、変調器領域とDFBレーザ領域とが別個に形成されている半導体発光装置を例に説明したが、変調器領域が別個に設けられていない半導体発光装置にも適用することができる。この場合、DFBレーザ領域に設けられたボンディングパッドの下に上述したようなポリイミド層を形成することもできる。

#### 【0088】

また、第1及び第2実施形態では、ボンディングパッドの下にポリイミド層を形成する場合を例に説明したが、ボンディングパッドのみならず、フリップチップボンディングを行うための電極の下にポリイミド層を形成する場合にも適用することができる。この場合、電極は、基板上の一部のみならず全面に形成することができ、この全面に形成した電極の下に上述したようなポリイミド層を形成してもよい。

#### 【0089】

##### 【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、ポリイミドより成る柱の側面に硬度の高い膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、柱が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッドが剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成されているので、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

#### 【0090】

また、本発明によれば、ポリイミドより成る膜に形成された開口部の内壁に、硬度の高い膜を形成するので、ボンディングの際に強い力が加わっても、ポリイ

ミドより成る膜が歪んでしまうのを防止することができ、ボンディングパッドが剥がれるのを防止することができる。ボンディングパッドの下に厚いポリイミド層が形成されているので、ボンディングパッドと下地との間の寄生容量を小さくすることができ、これにより高周波信号を用いることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置を示す斜視図である。

【図2】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図3】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その1）である。

【図4】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その2）である。

【図5】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その3）である。

【図6】

本発明の第1実施形態の変形例（その1）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図7】

本発明の第1実施形態の変形例（その2）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図8】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図9】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その1）である。

【図10】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その2）である。

【図11】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図（その3）である。

【図12】

本発明の第2実施形態の変形例（その1）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図である。

【図13】

本発明の第2実施形態の変形例（その2）による半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図である。

【図14】

ボンディングの際のポリイミド層の歪みを示す概念図である。

【符号の説明】

8 …電極

10 …基板

12 …ガイド層

14a …MQW光吸収層

14b …MQW活性層

16 …クラッド層

17 …クラッド層

18a …キャップ層

18b …キャップ層

22 …分離領域

24a …電極

24b …電極

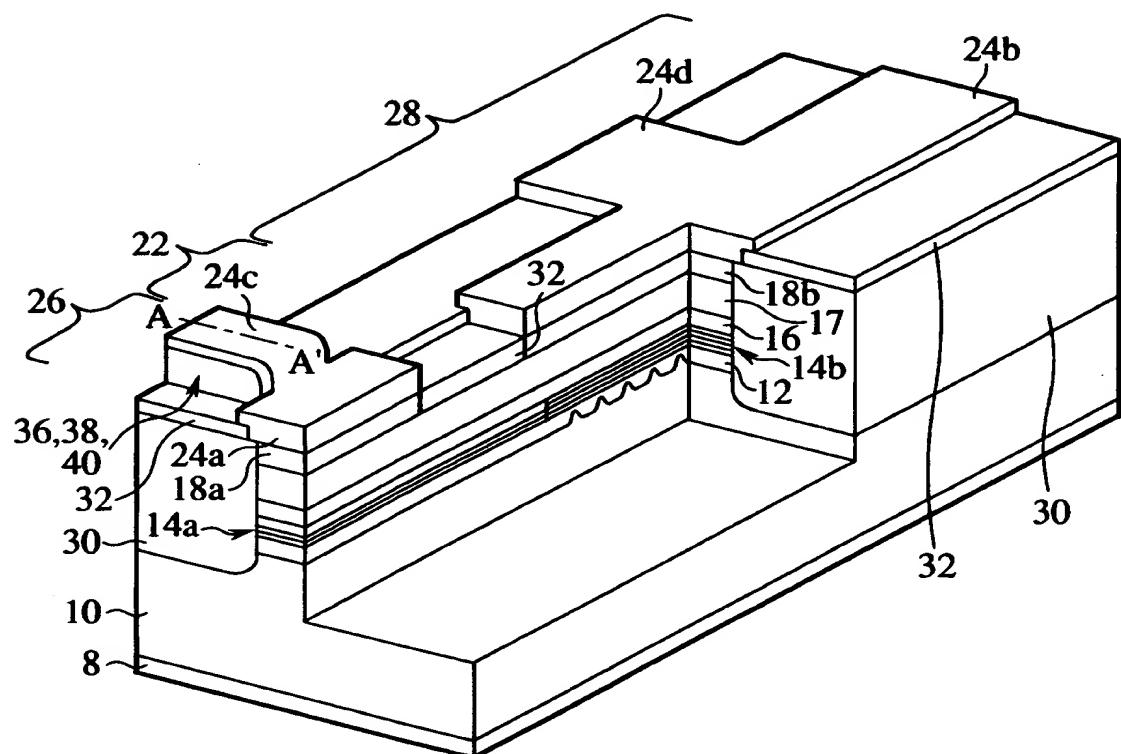
24c … ボンディングパッド  
24d … ボンディングパッド  
26 … 変調器領域  
28 … DFBレーザ領域  
30 … 高抵抗埋め込み層  
32 … シリコン酸化膜  
34 … シリコン窒化膜  
36 … ポリイミド層  
36a … ポリイミド層  
36b … ポリイミド層  
36c … ポリイミド層  
36d … ポリイミド層  
36e … ポリイミド層  
38 … シリコン窒化膜  
40 … ポリイミド層  
42 … シリコン窒化膜  
44 … 開口部  
44a … 開口部  
44b … 開口部  
110 … 基板  
134 … シリコン窒化膜  
136 … ポリイミド層  
138 … シリコン窒化膜  
124 … ボンディングパッド

特平11-073500

【書類名】 図面

【図1】

## 本発明の第1実施形態による半導体発光装置を示す斜視図

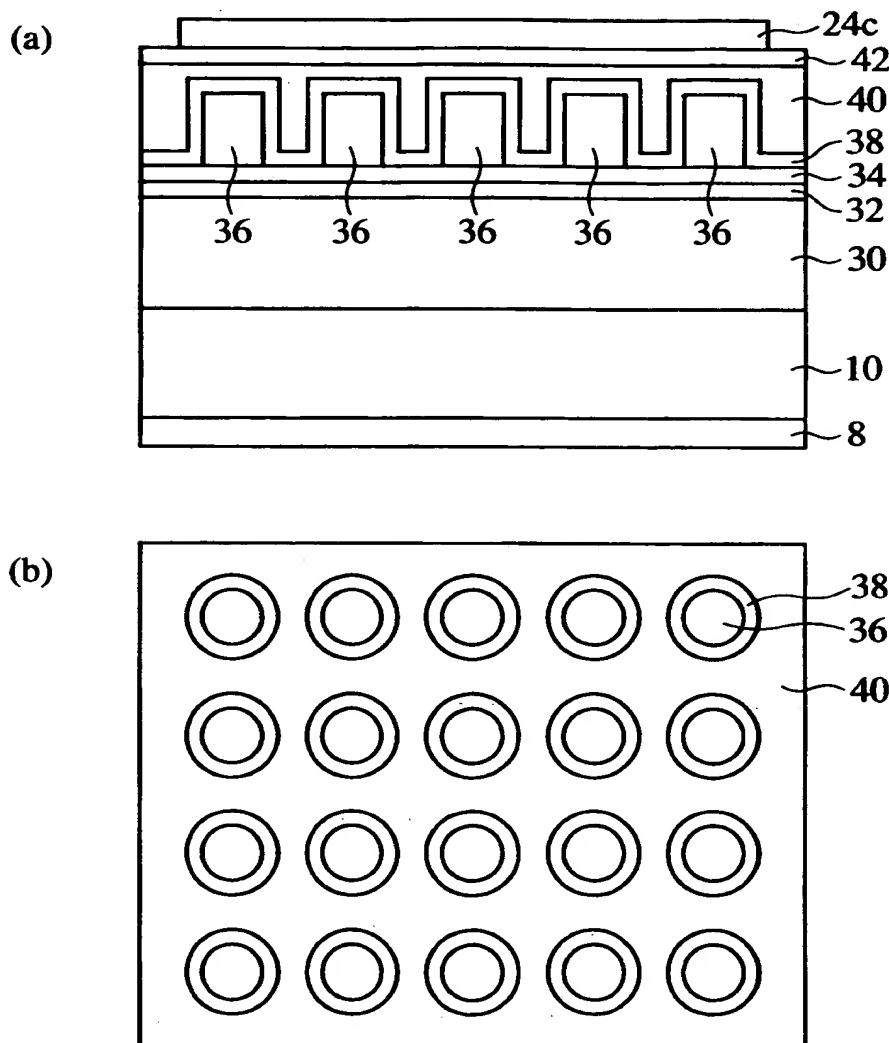


8…電極  
 10…基板  
 12…ガイド層  
 14a…MQW光吸收層  
 14b…MQW活性層  
 16…クラッド層  
 17…クラッド層  
 18a…キャップ層  
 18b…キャップ層  
 22…分離領域  
 24a…電極  
 24b…電極  
 24c…ボンディングパッド  
 24d…ボンディングパッド

26…変調器領域  
 28…DFBレーザ領域  
 30…高抵抗埋め込み層  
 32…シリコン酸化膜  
 36…ポリイミド層  
 38…シリコン窒化膜  
 40…ポリイミド層

【図2】

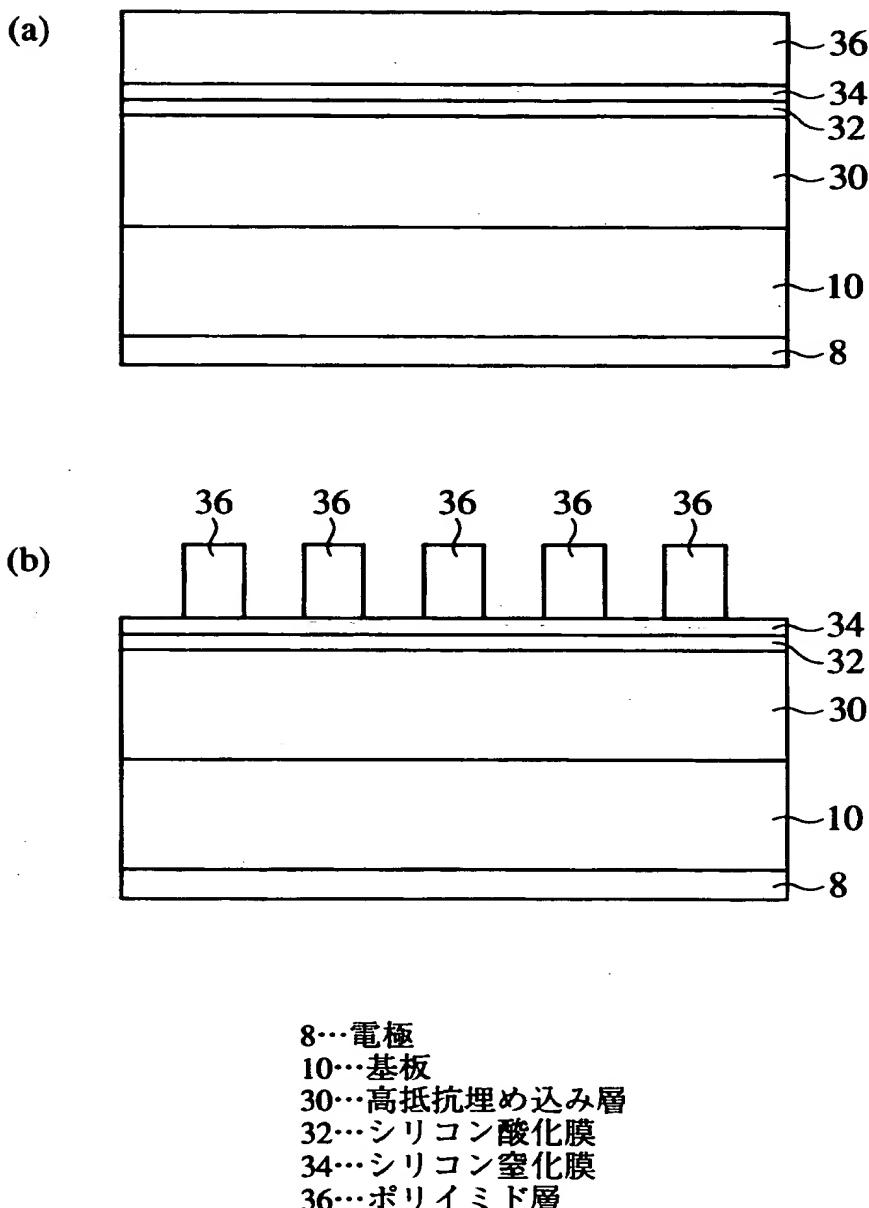
本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
ボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図



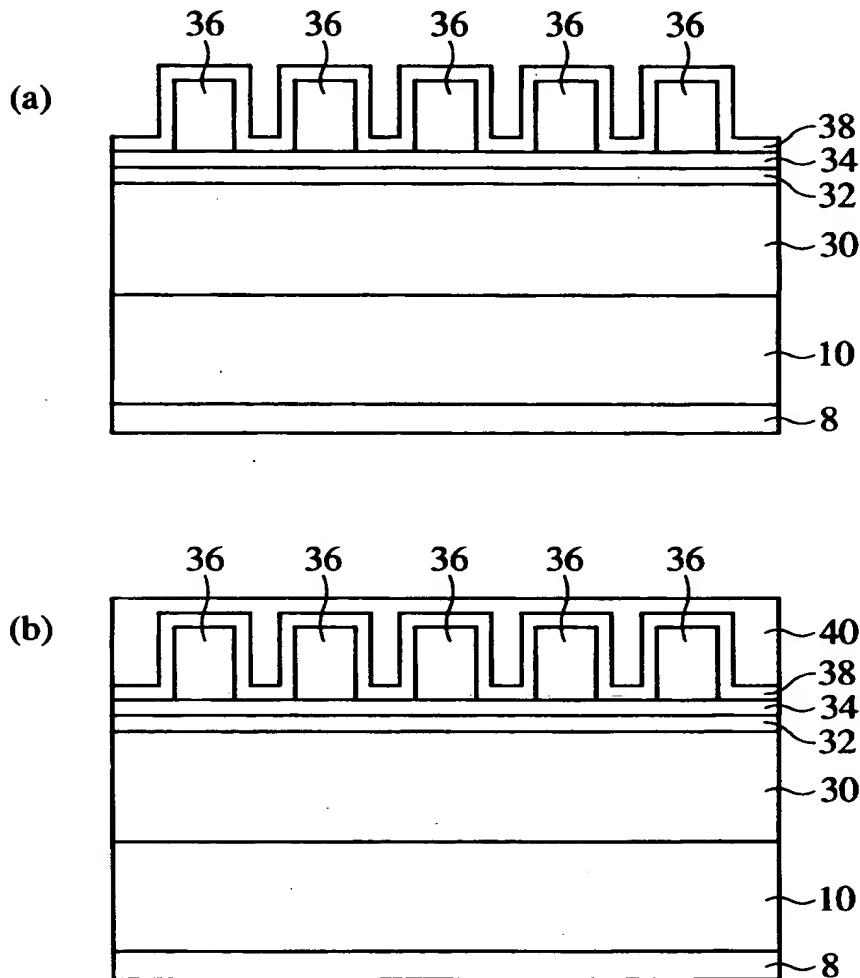
8…電極  
10…基板  
24c…ボンディングパッド  
30…高抵抗埋込み層  
32…シリコン酸化膜

34…シリコン窒化膜  
36…ポリイミド層  
38…シリコン窒化膜  
40…ポリイミド層  
42…シリコン窒化膜

【図3】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その1)

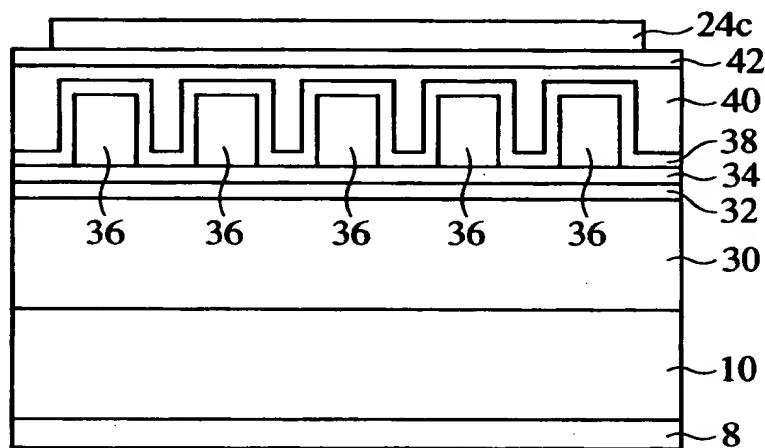
【図4】

本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その2)

38…シリコン窒化膜  
40…ポリイミド層

【図5】

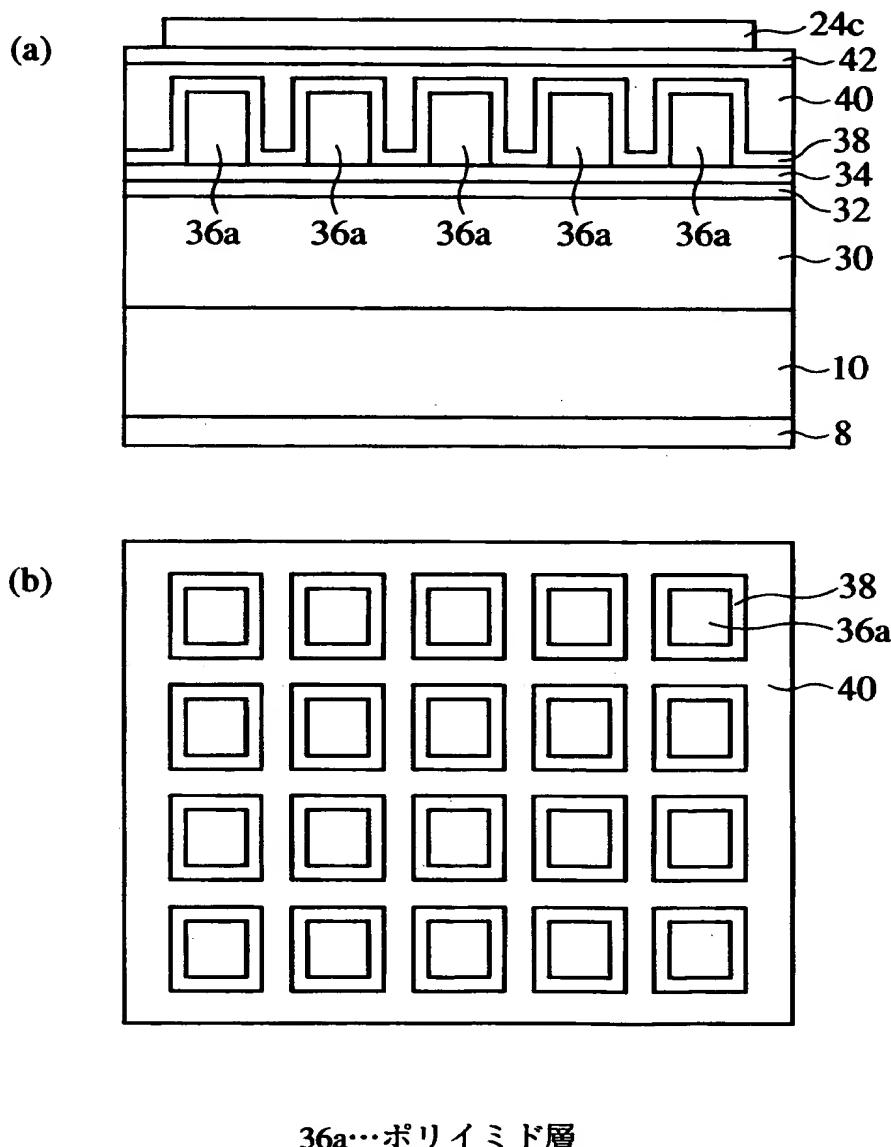
本発明の第1実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その3)



24c…ボンディングパッド  
42…シリコン窒化膜

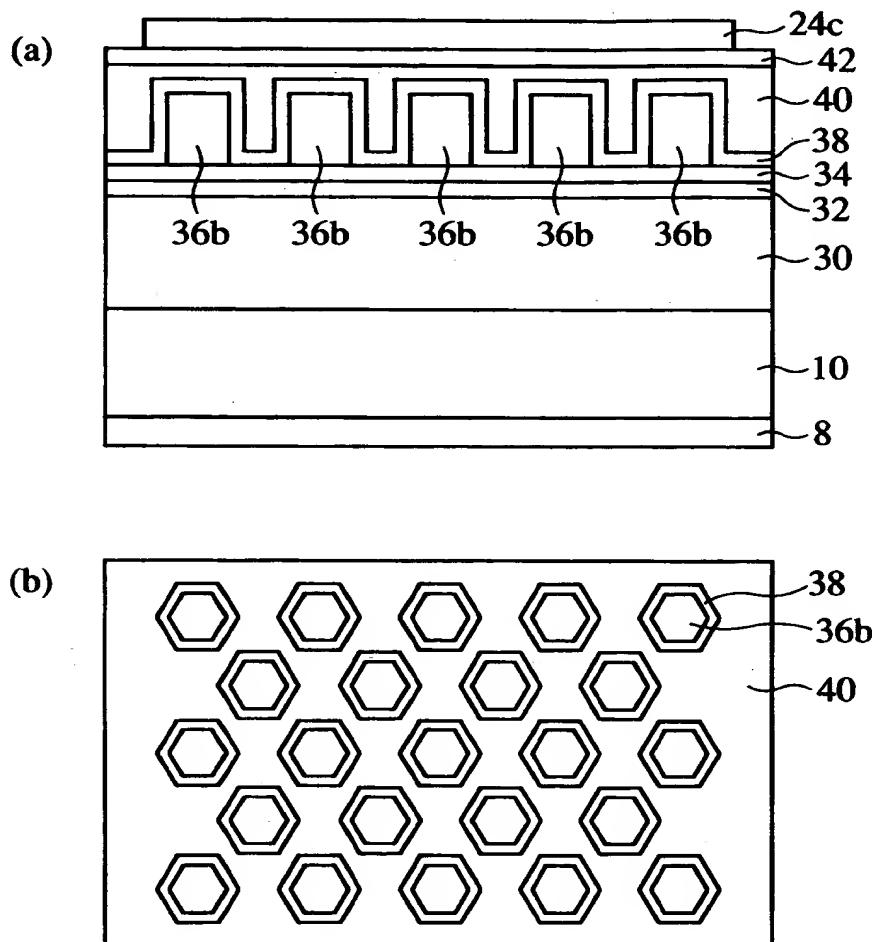
【図6】

本発明の第1実施形態の変形例(その1)による  
半導体発光装置のポンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



【図7】

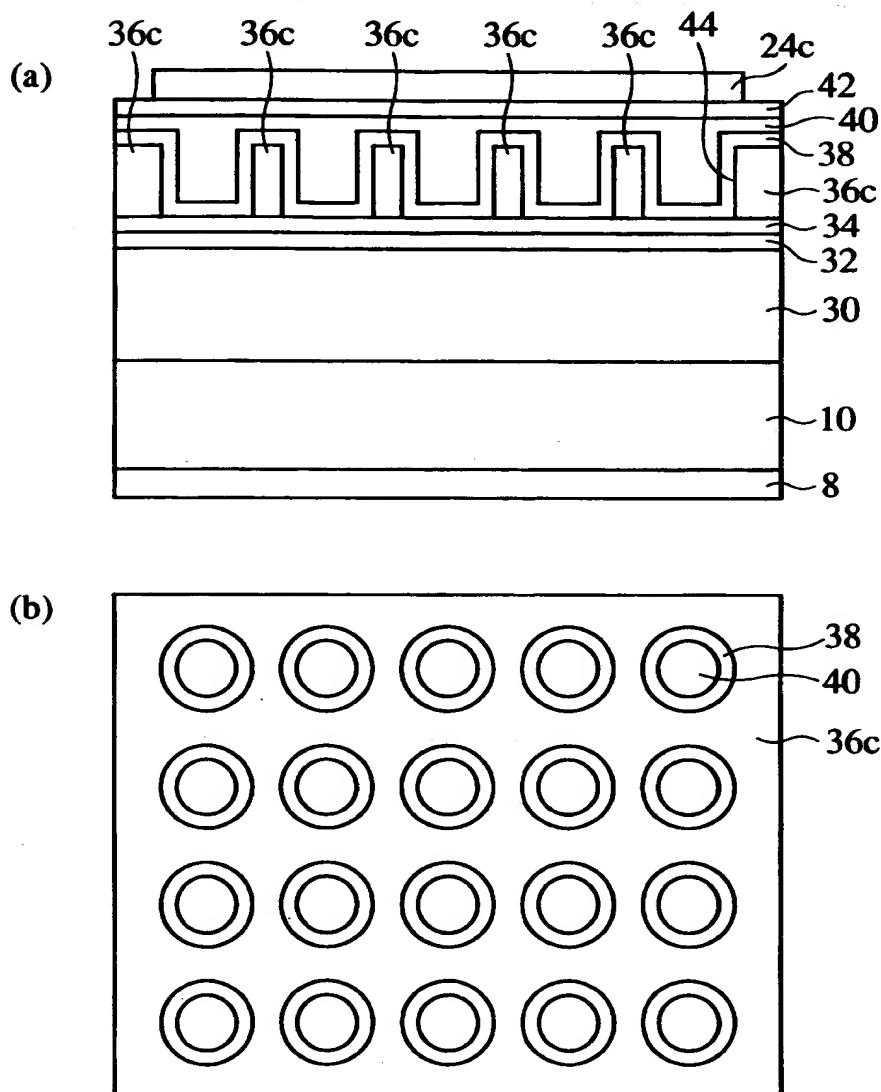
本発明の第1実施形態の変形例(その2)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



36b…ポリイミド層

【図8】

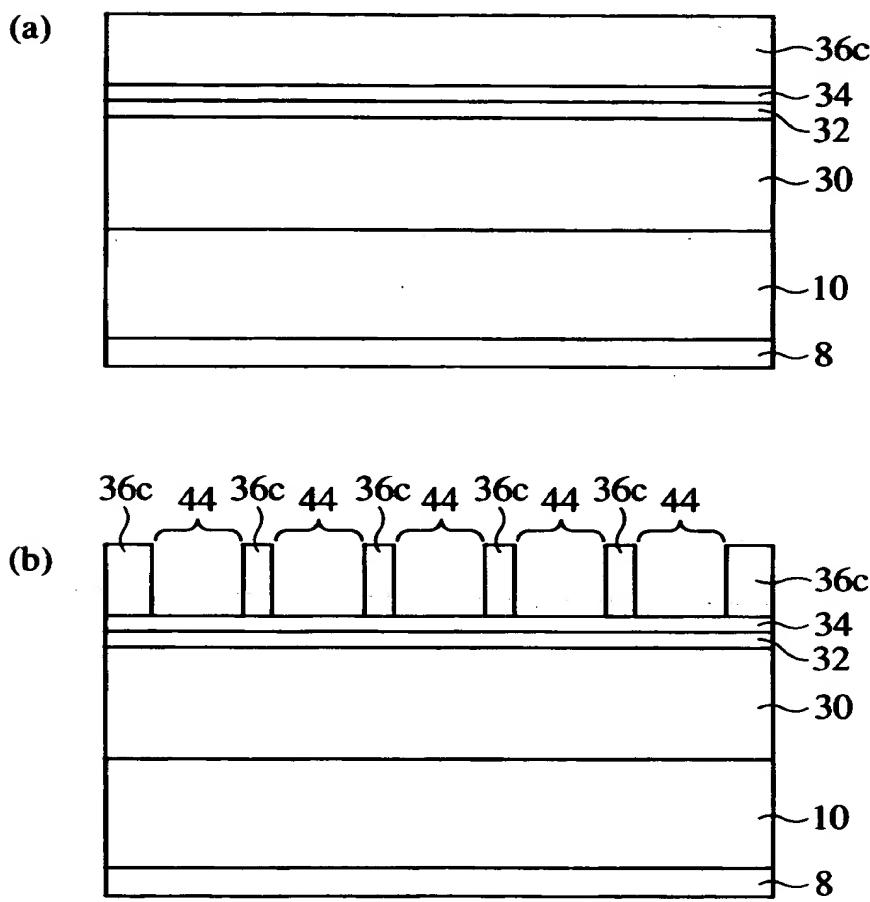
本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
ボンディングパッド近傍を示す断面図及び平面図



36c…ポリイミド層  
44…開口部

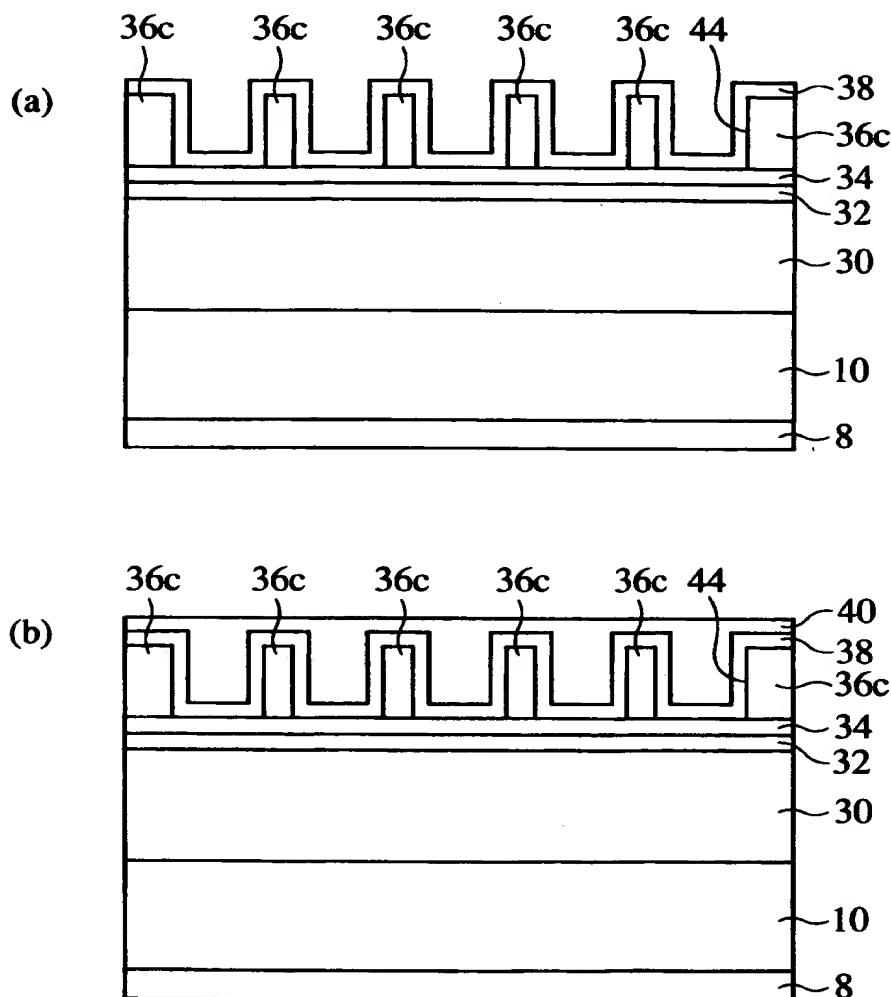
【図9】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その1)



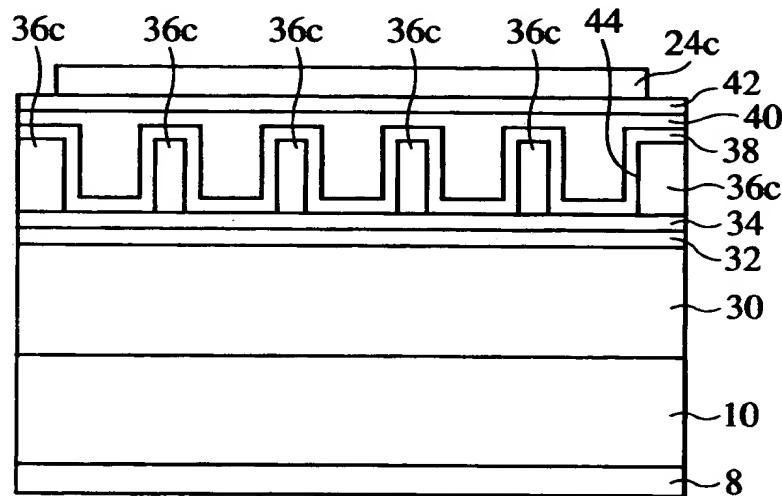
36c…ポリイミド層  
44…開口部

【図10】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その2)

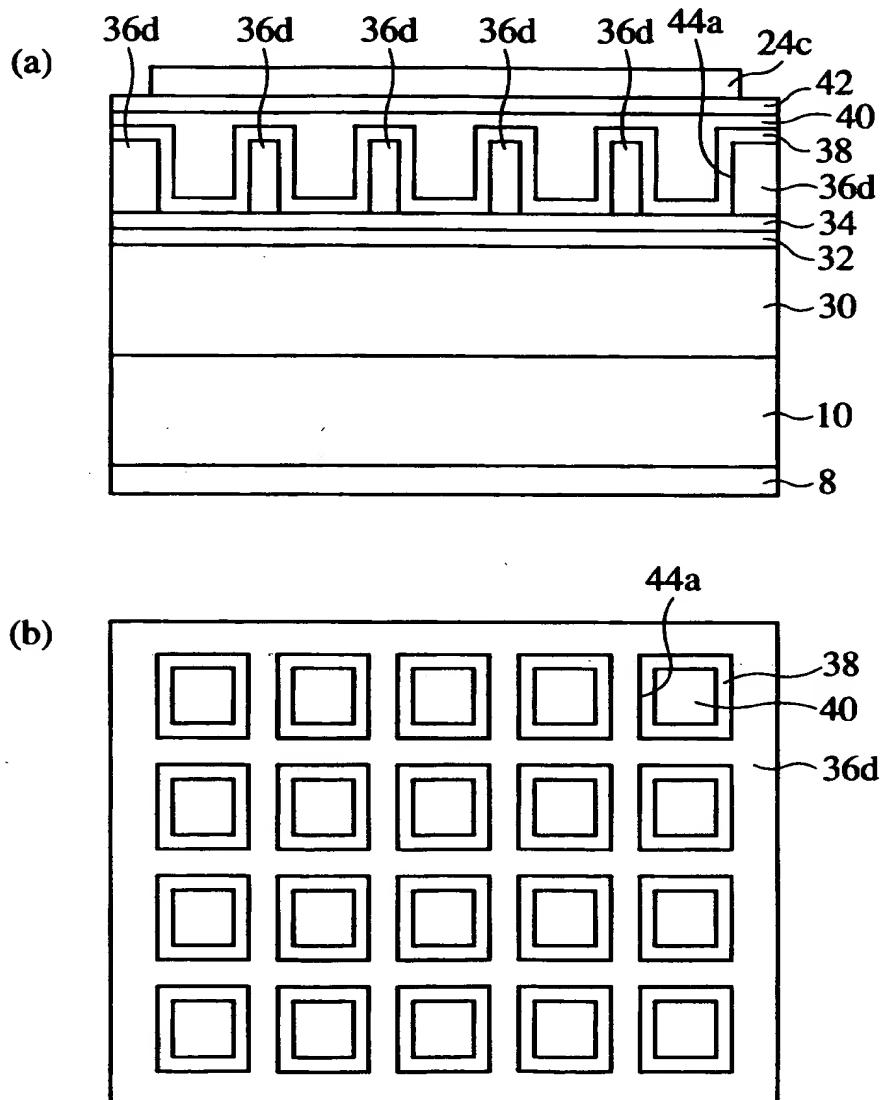
【図11】

本発明の第2実施形態による半導体発光装置の  
製造方法を示す工程断面図(その3)



【図12】

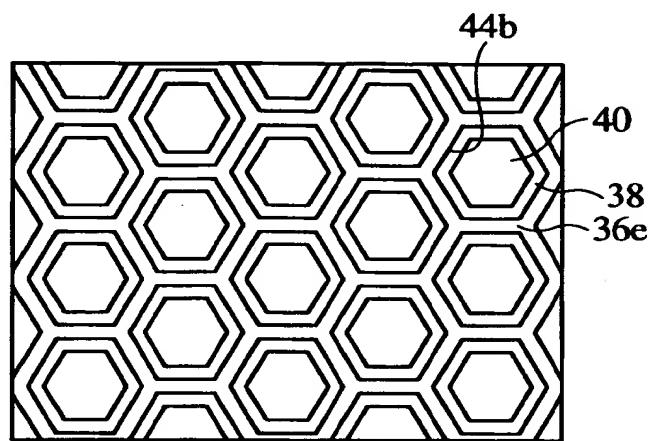
本発明の第2実施形態の変形例(その1)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す断面図  
及び平面図



36d…ポリイミド層  
44a…開口部

【図13】

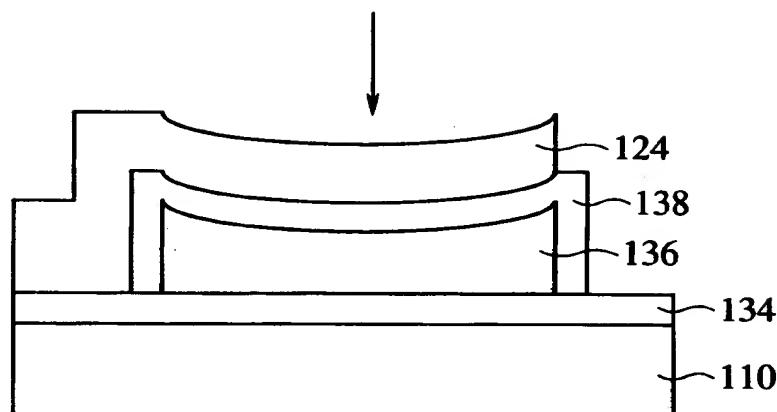
本発明の第2実施形態の変形例(その2)による  
半導体発光装置のボンディングパッド近傍を示す平面図



36e…ポリイミド層  
44b…開口部

【図14】

ポンディングの際のポリイミド層の歪みを示す概念図



110…基板  
124…ポンディングパッド  
134…シリコン窒化膜  
136…ポリイミド層  
138…シリコン窒化膜

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 下地との間の寄生抵抗を低減しうる電極構造及びその製造方法並びに高周波を用いることができる半導体発光装置を提供する。

【解決手段】 下地基板10上に絶縁膜を介して導電膜24cが形成された電極構造であって、絶縁膜は、ポリイミドより成る複数の柱36と、柱の側面に形成された、ポリイミドより硬度の高い絶縁材料より成る第1の膜38と、第1の膜が側面に形成された複数の柱の間に埋め込まれた、ポリイミドより成る第2の膜40とを有している。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000154325]

1. 変更年月日 1992年 4月 6日

[変更理由] 名称変更

住 所 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地  
氏 名 富士通カンタムデバイス株式会社